

불특정 혼합폐수의 복합처리를 위한 탈질공정 개발

최계운* · ○최승규** · 민경용*** ·

(Choi, Gye Woon · Choi, seung kyu · Min, kyung yong)

1. 서 론

1960년대 말에 생물막 반응조에서의 탈질 반응을 연구하기 위하여 최초로 연구된 유동상 생물막 공법은 탈질을 위한 각종 연구와 프로세스에 이용되어 왔으며 그후로 산소공급방식, 처리폐수의 종류, 매질의 종류 등을 변화시키며 여러 가지 방법으로 연구를 진행하여 실제 하·폐수 처리장에서 사용되고 있다.

그러나 국내의 대부분의 하·폐수 처리장에서는 활성슬러지 공법을 이용하여 유기성 폐수를 처리하고 있으며 질소, 인 등의 영양물질의 제거효율은 저조한 실정이다. 각종 질소화합물은 하천수의 용존질소를 소비하여 수계의 자정작용에 악영향을 끼칠 뿐 아니라 수생 생태계의 파괴를 유발한다. 특히, 호소수에 유입되는 경우에는 조류의 이상증식에 의한 부영양화 현상을 발생시켜 용수 이용에 장애를 가져온다.

일반적으로 각종 고농도의 폐수는 고농도의 유기물과 암모니아성 질소를 함유하고 있을뿐 아니라 난분해성 및 독성물질, 용해성 이온 등도 함께 포함되어있기 때문에 그 처리가 용이하지 못한 실정이다. 이러한 고농도의 폐수를 처리하는 방법으로는 암모니아 stripping, 침전 및 이온교환 등의 물리·화학적 방법과 생물학적 질산화 및 탈질을 고려할수 있다. 그러나 암모니아 stripping은 암모니아의 대기 방출에 의한 악취 및 환경오염, pH 조절에 필요한약품비 및 거품발생 등의 문제점으로 인하여 실용적인 방법이 되지 못하며, 침전방법은 침전처리에 막대한약품비가 소요되는 문제점이 있다.

그러나 생물학적 탈질 공법은 물리·화학적 방법에 비하여 환경친화적이고 경제적인 방법으로 질소를 제거할 수 있는 것으로 알려져 있으며, 이러한 생물학적 탈질공법 가운데 생물막을 이용하여 폐수를 미생물을 증식시킨 막에 접촉시킴으로써 질소와 인을 제거할수 있는 생물막 접촉공법은 적은 비용과 협소한 부지에서도 탈질의 효율을 높일 수 있는 장점을 가지고 있다.

이러한 각 방법의 장점들을 활용하고 고농도의 폐수처리에 있어 처리효율을 증가시키기 위하여 최근에는 물리·화학적 단위 공정과 생물학적 단위조작을 병행하여 사용하는 복합고도처리 공법이 시도되고 있다. 그러나 복합처리 방식이라도 탈질효율을 극대화 시키기 위한 요소기술에 대한 연구는 아직 미진한 상태여서 이를 실용적으로 이용하기에는 무리가 따르는 실정이다. 따라서 본 연구는 복합처리 방식에서 생물막을 이용한 탈질효율 향상을 위한 요소기술을 확립하고, 이를 응용하여 질소와 인의 제거 효율을 높여 향후 국내의 하·폐수처리에 적용할 수 있도록 하고자 한다.

*정회원 · 인천대학교 토목환경시스템공학과 교수
**정회원 · 인천대학교 토목환경시스템공학과 대학원 석사과정
***비회원 · 인천대학교 토목환경시스템공학과 대학원 석사과정

2. 실험원수의 성상

현재 실험에 사용될 실험원수는 ○○환경에서 처리되는 혼합폐수를 1차 물리적 처리과정을 거친 중간과정의 혼합수를 실험의 원수로 사용했으며 현재 ○○환경에서 처리하여 방류하는 처리수의 T-N, T-P, CODcr 농도 및 2003년 1월 시행될 방류수 규제농도는 표 1 과 같다..

표 1 처리된 방류수의 T-N 농도

품목	방류수 농도	규제농도
T-N	53-172ppm	60ppm 이내
T-P	40-57ppm	8ppm 이내
CODcr	120-210ppm	40ppm 이내

표에서 보는바와 같이 현재 방류되는 방류수의 수질이 2003년 1월부터 적용되는 기준치를 상회하고 있다.

원수의 성상을 알기 위하여 원수부터 방류수까지 각 단계별로 시료를 채취하여 실험한 결과는 표 2, 표 3 에 나타난것과 같다.

표 2 T-N 실험결과

취수일자	원수	물리적 처리수	합류수
11월19일	1083.9	101.8	74.8
11월20일	2329.3	70.7	80.2
11월21일	1186.4	158.2	90.1
11월24일	1576.4	196.6	131.0
11월27일	1904.3	106.1	143.3
11월28일	1430.1	186.1	139.8

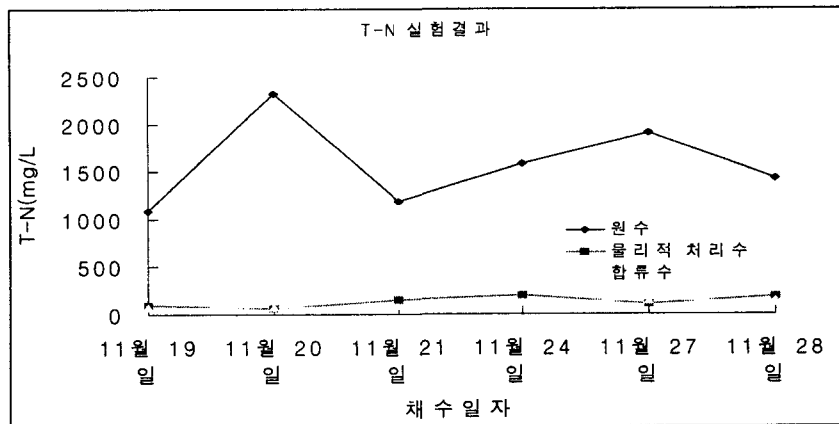


그림 1 T-N 실험결과 그래프

표 3 T-P 실험결과

취수일자	원수	물리적 처리수	합류수
11월19일	48.144	0.6288	3.9408
11월20일	28.884	5.0352	2.2992
11월21일	23.808	1.5	6.7176
11월24일	19.92	1.8072	4.344
11월27일	43.332	1.1256	0.7536
11월28일	19.2	1.8144	1.6536

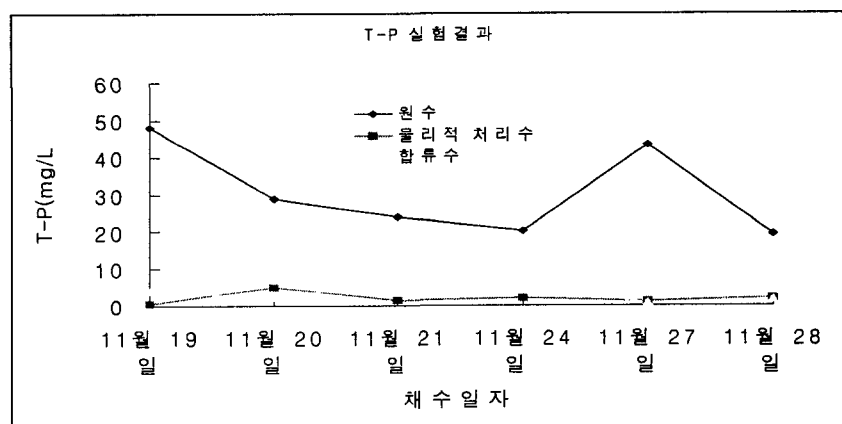


그림 2 T-P 실험결과 그래프

위의 실험결과에서 알 수 있듯이 현재 공정에서 문제가 되는점은 T-N이므로 현재 개발할 처리공정은 T-N의 제거효율을 극대화시킬 수 있는 방향으로 실험을 계획했다.

3. 실험방법

3.1 실험장치

본 연구에 사용될 실험장치는 일처리 용량이 60 l 인 생물막 반응기를 설치하여 실험을 실행한다. 생물막 반응기의 재질은 두께 10mm의 아크릴로 제작, 설치한다.

생물막 반응기의 높이는 350mm, 가로 210mm, 세로 550mm의 크기로 제작한다.

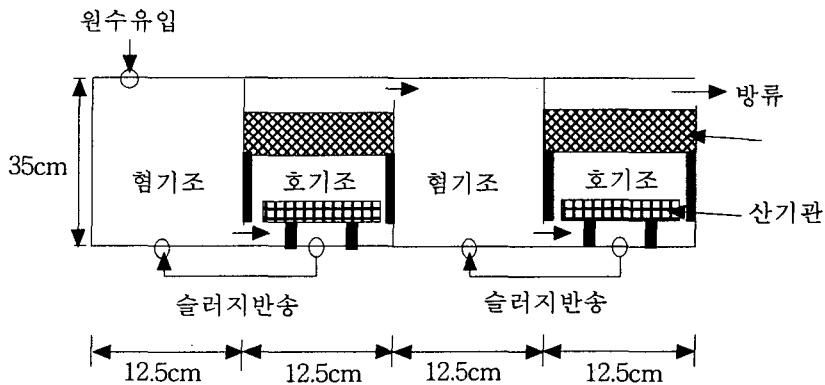


그림 1 생물막 반응기 상세도

본 실험은 T-N의 제거가 관건이므로 협기조와 호기조의 2단 배열을 하였으며, 침전조의 경우는 ○○환경의 기본설비에 포함되어있으므로 본 실험장치에서는 제외하기로 하였으며, 실험장치의 기본 운전조건은 표 4와 같다.

표 4 기본운전 조건

항목	운전조건
Temp.	18 - 22℃
DO	10ppm 이상의 포화상태 유지
pH	6.5 - 8.0
media 충전율	20%
Air supply	3 - 10 l/min
체류시간	각 실험조당 30min

수온의 경우 원찬희³⁾ 등은 수온이 20-30℃ 에서는 질소 제거효율의 차이가 거의 없지만 수온이 15℃인 경우와 수온이 20℃인 경우에는 처리효율이 74.5%와 60.4%로 10%이상의 차이를 보이고 있다고 보고하였다. 본 실험에서는 실험의 편의를 위하여 상온에 가까운 20±2℃의 조건에서 실험을 시행하는 것으로 결정하였다.

정연규⁸⁾ 등은 교반비를 조정인자로 운영한 결과 총 질소제거효율이 교반비가 0.4일 때 약 88%의 제거효율을 나타내었다고 보고하였다. 본 실험에서는 일차적으로 교반기를 사용하지 않은 상태의 실험을 실시할 것이다. 또한 SRT를 5일에서 30일까지 증가하였어도 질소의 제거효율은 70-80% 정도로 그 변화가 뚜렷하지 않다고 보고하고 있다. 본 실험에서는 SRT를 1일로 고정하여 실험을 실시하였다.

김진홍⁷⁾ 등이 고정생물막을 이용한 질소, 인 동시 제거 process에서 무산소반응조에서의 효과적인 탈질을 위한 유입폐수의 C/N비는 3-5사이라고 보고하였는데 현재 실험에 사용될 원수의 C/N비는 약 2/1정도이다.

media의 경우 폴리에틸렌과 폴리프로필렌으로 만들어진 경우 비중이 0.9~0.92 정도로 가벼우며 흡수성이 거의 없어 폐수에 침적되어도 중량의 변화가 없고 부식 문제도 일어나지 않으며 기계적인 강도나 내마모성도 우수하며, 다른 매질에 비해 비표면적이 크기 때문에 많은 수의 미생물이 부착될 수 있어서 폐수의 처리시 일반적으로 많이 쓰이는 매질이다. 또한 섬모상 여재는 많은 섬모로 되어 있어 부유물질이 쉽게 흡착되어 미생물 정착이 잘되는 장점이 있다.

본 실험에서는 두 개의 호기조에 두가지의 media 를 사용하여 실험을 실행할 것이다. 또한 혐기조의 경우에는 media의 설치 유무에 따른 처리효율을 연구할 것이다.

3.2 실험원수

실험원수의 경우는 ○○환경의 1차 물리-화학적 처리를 시행한 시료를 실험원수로 하여 실험을 시행한다. 원수가 부유물질을 포함하고 있는 상태이므로 시료 채취 후 실험기기로 유입전에 스크린을 이용하여 부유물질을 제거하여 실험에 사용하도록 한다.

3.3 시료분석

시료의 분석은 Standard Method 와 수질오염 공정시험법에 의하여 실험을 실시하고 시료의 채취는 유입원수와 호기조 두군데, 그리고 별도의 침전조에서 1시간동안 체류시킨 방류수를 채수하여 실험한다.

감사의 글

본 논문은 환경부(환경기술진흥센터)의 2001년도 차세대 핵심환경기술개발사업인 “불특정 혼합폐수의 고도 정화를 위한 복합처리시스템 개발”을 위한 연구비로 수행되었으며 이에 깊이 감사드립니다

5. 참고문헌

- 1) 이무강 외, 단일반응조에서 이상생물막법에 의한 질소제거, 환경연보 vol6, No1, pp.1-10, 1996
- 2) 이상수 외, Agitating mixer를 이용한 생물막공법에서 유기성 폐수처리에 관한 연구, 대한상하수도학회지, 第13卷 第3號, pp.107-115, 1999
- 3) 원찬희 외, 고정화 질산균, 탈질균을 이용한 합성폐수의 처리 특성, 대한상하수도학회지, 第11卷 第4號, pp.63-70, 1997
- 4) 정연규 외, 환경공학, 동화기술, 1986
- 5) 김남천, 환경공학실험, 동화기술, 1989
- 6) 최용수, compact형 반응기에 의한 오폐수의 질소, 인 제거공정, 첨단환경기술, pp.9, 1995
- 7) 김진홍 외, 고정생물막을 이용한 질소, 인 동시제거(II), 대한환경공학회 논문초록집, E-14, 1995
- 8) 정연규 외, 연속회분식 반응기를 이용한 질산화, 탈질 및 인의 제거에 관한 연구, Journal of the Engineering Research Institute, Yonsei University, vol. 24, No.1(36), 1992
- 9) 김영철, "회전원판법에 의한 합성세제폐수의 처리", 경성대학교 산업대학원, 1991